第28卷 第3期 昆虫学报 Vol. 28, No. 3
1985年8月 ACTA ENTOMOLOGICA SINICA Aug., 1985

平腹小蜂 *Anastatus* sp. 个体发育与马尾松毛虫胚胎发育的相互影响

陈业林* 利翠英
(中山大学昆虫研究所)

摘要 在28℃恒温下,松毛虫的胚胎发育期为7—8天;平腹小蜂的个体发育周期为19天左右,其中胚胎期约2天。如果松毛虫在产卵后12小时,胚胎发育到盘形成期以后,被平腹小蜂寄生,则胚盘在半小时内解体离散成匀质;产卵后约36小时,胚带形成后被寄生,经约5—12小时,胚带开始破坏而逐渐解体离散成为小颗粒;松毛虫胚胎发育到胚动以后,甚至将近孵化时,仍可被平腹小蜂寄生,并将离散后的寄主胚胎组织吞食殆尽,发育成蜂,破卵壳出来。在松毛虫胚胎发育早期被寄生,卵粒寄生率高,蜂的成活率也高,反之则低。

同一寄主卵可被一头或多头平腹小蜂复寄生。一粒寄主卵内的寄生蜂卵可达9粒,但最后只羽化一头蜂。

关键词 松毛虫 平腹小蜂 胚胎发育 寄生蜂与寄主相互影响

一、前言

平腹小蜂属(*Anastatus*)昆虫分布地区很广,大多数种类营卵寄生生活,通常寄生于鳞翅目、直翅目及半翅目昆虫的卵中(Clausen, 1940)。本试验用的 *Anastatus* sp. 除能够寄生松毛虫(*Dendrolimus*)卵外,还寄生于荔枝蝽象 *Tessaratoma papillosa* 卵,蓖麻蚕 *Philosamia cynthia ricini* 卵以及香蕉弄蝶 *Erionota thorax* 卵等。

本文研究平腹小蜂个体发育与其寄主马尾松毛虫 *D. punctatus* 胚胎发育的相互影响,供利用平腹小蜂防治松毛虫作参考。

关于平腹小蜂个体发育过程中各虫期的情况曾经有过报道(利翠英, 1962),对松毛虫所属的鳞翅目昆虫胚胎发育的研究也有过许多报道(Johannsen, 1929; Gross 等, 1940; Johannsen and Butt, 1941; Presser and Rutschky, 1957)。至于平腹小蜂的胚胎和胚后发育与寄主松毛虫胚胎发育相互影响的研究,则未见报道。

二、材料与方法

从松林采回松毛虫茧,让其在网笼中羽化、交配、产卵。试验用卵取自同一雌蛾或若干雌蛾同时产下的卵,并记载准确的产卵时间。卵在28℃恒温下发育,分别取出产后3、12、16、24、36小时和2、3、4、5、6、7天的松毛虫卵让平腹小蜂寄生。试验采用中山大学昆虫研究所实验室饲养的寄生荔枝蝽象卵的平腹小蜂 *Anastatus* sp.。

本文于1984年2月收到。

* 现在地址:广州,华南农业大学蚕桑系。

把已被寄生的松毛虫卵置于 28℃ 恒温箱内，依下列时间分别取卵固定：产卵后 30 分钟，1、3、5、7、9、12、16、20 和 24 小时，以后每天固定一次，直到第 10 天。第 10 天后每隔一天固定一次至蜂羽化为止。然后分别制成全形封盖和切片封盖标本，以供观察。

用作全形封盖和切片的已寄生松毛虫卵均用 Brasil 固定液固定，固定前先加热至 70℃效果较好。固定时间为 20 小时。剥除松毛虫卵壳使用的软化液的配方是：80% 酒精 10 毫升，KOH 2 克，H_2O_2(30%) 3 毫升的混合液（利翠英，1961）。

全形标本的染色用酒精硼砂洋红。切片用常规石蜡切片法，用 Delafield 苏木精和醇溶性伊红作双重染色。

三、结　　果

在 28℃ 恒温下，松毛虫的胚胎发育历期为 7—8 天，卵产下后 3 小时内进行受精及开始卵裂；胚盘形成于 12 小时；12—24 小时为胚带与羊膜及浆膜形成期；16—48 小时为胚层分化期；24—72 小时为神经沟出现，胚体分节，口道及肛道形成期；胚动开始于 60 小时，约在 86 小时完成反转期。随后，体壁及各器官继续形成，约在产卵后第 7—8 天胚胎发育完毕，即行孵化。在同样温度下，平腹小蜂的个体发育周期为 19 天，其中胚胎期约 2 天，幼虫期约 6 天，预蛹期约 3 天，蛹期约 8 天。

平腹小蜂在松毛虫卵内发育使寄主的胚胎发育受到直接影响，不同发育期的松毛虫胚胎对平腹小蜂的寄生、发育也产生一定的影响，两者间的相互影响主要表现如下：

和蓖麻蚕卵被赤眼蜂寄生后的情形类似（利翠英，1961），松毛虫卵被平腹小蜂产卵寄生后，蜂卵周围的卵黄发生了明显变化，在切片染色标本上可以看到环绕蜂卵的是一个无卵黄球，着色较淡的同质区域（图版 I:1、2）。松毛虫卵被平腹小蜂寄生后自身的胚胎发育发生剧烈变化。用产下 12 小时，已形成胚盘细胞层的松毛虫卵让平腹小蜂寄生后，其胚胎发育即行停止，已形成的胚盘细胞层在半小时内被解体离散成匀质，与卵周质混为一体，难以区分，在寄生后半小时的切片染色标本上已看不到胚盘细胞的结构（图版 I:1、2）。用产下 36 小时、已形成胚带的松毛虫卵让平腹小蜂产卵寄生后，其胚胎发育也很快停止，寄生后 1 小时，胚带还没有出现明显的离散现象（图版 I:4），到了寄生后 5 小时，寄主的胚带组织已明显地被离解，各组织模糊一片辨认不清，到了寄生后 12 小时，寄主的胚带组织被溶解离散成小颗粒（图版 I:5），成为平腹小蜂幼虫的食料。胚胎反转期以后的松毛虫卵，甚至胚胎发育至将近孵化的松毛虫卵也能被平腹小蜂寄生，但寄主胚胎发育并不马上停止，随着平腹小蜂在其内发育，寄主胚胎随后便停止发育，胚胎组织也终于被解体离散成为平腹小蜂的食料（图版 I:6、7）。到了平腹小蜂寄生的第 8 天，寄主胚胎被平腹小蜂幼虫吃剩一层表皮（图版 I:8），寄主胚胎头部内的脑、神经连索等结构也被平腹小蜂幼虫吞食殆尽（图版 I:9）。平腹小蜂寄生于胚胎发育末期的松毛虫卵内，也同样可以羽化出蜂的子代蜂。这个现象跟赤眼蜂的寄生有所不同，据报道，赤眼蜂的寄主（蓖麻蚕）胚胎发育到反转期以后被寄生，则寄主本身发育可不停止，幼虫可以孵化出来，寄生在卵内的赤眼蜂也可以同时发育到幼虫期，但赤眼蜂幼虫终因食料不足而死于寄主卵内（利翠英，1961）。

平腹小蜂的寄生率与寄主卵的发育期迟早有关，在松毛虫胚胎发育早期被寄生时，寄

生率较高，反之则低。平腹小蜂寄生松毛虫卵后的成活率也与寄主卵的发育期迟早有关，在松毛虫胚胎发育早期寄生，蜂的成活率较高，反之则低，本试验观察了五组在松毛虫胚胎不同发育期接种平腹小蜂的寄生率和成活率，其结果如表 1。

表 1 平腹小蜂对不同发育期的松毛虫胚胎寄生情况

Table 1 Result of parasitization by *Anastatus* sp. in *Dendrolimus* eggs with embryos in different developmental stages.

松毛虫胚胎发育时间	12 小时	36 小时	3 天	5 天	7 天
试验用松毛虫卵数(粒)	173	159	164	147	117
被寄生的松毛虫卵数(粒)	167	150	149	118	81
卵寄生率(%)	96.53	94.34	90.85	80.27	69.23
羽化出蜂的松毛虫卵数(粒)	155	140	133	99	55
平腹小蜂的成活率(%)	92.81	93.33	89.26	83.90	67.90

注：本试验均让小蜂寄生 1 小时。

松毛虫胚胎发育期的迟早对平腹小蜂发育进展和发育历期也有影响，在松毛虫胚胎发育早期寄生时，平腹小蜂发育快，反之发育慢，曾观察了五组寄生于不同发育期的松毛虫胚胎的平腹小蜂发育历期，其结果如表 2。

表 2 不同发育期的松毛虫胚胎对平腹小蜂发育历期的影响

Table 2 Influence of the developmental stage of the host embryo on the parasite development.

松毛虫胚胎发育时间	12 小时	36 小时	3 天	5 天	7 天
平腹小蜂发育历期	20 天	20 天	20.5 天	21.5 天	22 天

注：发育温度为 28℃ 恒温。

在本试验条件下，已寄生的松毛虫卵可以被同 1 头平腹小蜂或另 1 头以上的平腹小蜂再寄生，同一寄主卵中最多可有 9 头平腹小蜂幼虫（图版 I:3)。一般来说，先寄生的那头蜂发育较快，但最后只有 1 头蜂能羽化，其它迟产入的蜂发育到一龄幼虫末期便停止发育。同时产入同一寄主卵内的平腹小蜂，其发育进度也会逐渐产生差异，发育到一龄幼虫末期时也只有 1 头优势蜂继续发育，其它的蜂则停止发育。平腹小蜂幼虫有一对骨化的口钩，头部活动灵活，腹部末端有尖长的分叉，整个幼虫体行动活泼，取食时可见到幼虫一伸一缩地吞食。复寄生情况下的幼虫有取食竞争现象，每一个体取食机会因竞争能力强弱不同而不等，所以各个体的发育进度不一。弱者发育慢，最终被淘汰而停止发育，强者发育快最终羽化出蜂。

讨 论

通过解剖已被寄生的松毛虫卵和通过切片检查，发现松毛虫卵可以被 1 头平腹小蜂或另外 1 头以上的平腹小蜂进行复寄生。在同一粒寄主卵中最多可有 9 头平腹小蜂幼虫

(图版 I:3)，但只能羽化一蜂。平腹小蜂对胚胎发育接近完成的松毛虫卵仍然能寄生。这种现象，与寄生于荔枝蝽象的平腹小蜂的寄生现象相似。据报道，无论在室内饲养或树上采回的被寄生的荔枝蝽象卵，常发现有一头以上的幼龄幼虫，并且荔枝蝽象胚胎发育到任何时期，平腹小蜂都能寄生，甚至在荔枝蝽象的若虫已破卵壳露出部分体躯时，平腹小蜂仍可寄生，虽然子蜂不能羽化，但荔枝蝽象若虫被刺后也失活（广东省昆虫研究所和中山大学生物系，1973)。寄生于松毛虫的平腹小蜂寄生现象，只在室内试验条件下出现，而在野外的情况下如何，仍需进一步研究。但由于用作本试验的平腹小蜂是来自寄生于荔枝蝽象的平腹小蜂，因此，在自然界也有可能与室内的情况相似，由此，平腹小蜂可能消灭任何一个发育时期的松毛虫。

据 Clausen (1940)的报道，寄生于一种天蚕蛾 *Dictyoploca* 卵的白跗平腹小蜂 *Anastatus albitarisis* 不产卵于已含有接近发育完成的，或正在发育着的寄生蜂胚胎的寄主卵。这种现象与本试验的情况很不相同。由此可见平腹小蜂的产卵习性，可因平腹小蜂的种类及寄主的种类不同而异。

松毛虫卵被平腹小蜂寄生后，自身的胚胎发育受到影响，在蜂卵周围的卵黄球发生溶解，在切片染色标本可见环绕蜂卵周围的是卵质均匀，着色较淡的区域（图版 I:1、2)。若处于卵裂期的松毛虫卵一经寄生即行停止卵裂；若处于囊胚期的松毛虫卵被寄生，胚盘细胞不能分化形成胚带，而且已形成的胚盘细胞层在半小时内被溶解；若松毛虫卵在胚胎反转期(胚动期)以后甚至快要孵化出幼虫、卵内已缺少卵黄时被寄生，自身发育虽不至马上停止，但随着平腹小蜂在卵内发育，松毛虫胚胎组织逐渐离散成细微小颗粒。成为平腹小蜂幼虫的食料。这可能与母蜂产卵时分泌的某些物质起作用，从而导致松毛虫胚胎发育过程中产生上述变化。这些物质可能与一般蜂毒液同一来源，均来源于雌性生殖器的附腺。目前有关膜翅目昆虫的毒液生物化学研究报道，只是蜜蜂与少数胡蜂和蚁的比较详细之外 (Schmidt, 1982)，(关于卵寄生蜂产卵到寄主卵时所放出的某些分泌物的生物化学及其作用，尚未见报道。这些问题，需待进一步研究。

松毛虫卵无论发育到任何时期都能被平腹小蜂寄生，并羽化出子蜂，即平腹小蜂可以消灭任何一个发育时期的松毛虫胚胎。如表 1 与表 2 所示，松毛虫胚胎发育早期被寄生，其寄生率及寄生蜂的成活率高，寄生蜂的发育历期也短。这些都是在实际应用的有利因素。

参　考　文　献

利翠英 1961 赤眼蜂 *Trichogramma evanescens* 的个体发育及其对寄主蓖麻蚕 *Attacus cynthia ricini* 胚胎发育的影响。昆虫学报 **10**(4—6): 339—354。

利翠英 1962 平腹小蜂的个体发育。广东动物学会通讯 1962 年第 4 期。

广东省昆虫研究所及中山大学生物系 1973 利用平腹小蜂防治荔枝蝽象。广东人民出版社。

Clausen, C. P. 1940 Entomophagous Insects, p. 191—199. McGraw-Hill, New York and London.

Gross, J. B. et al. 1940 The early embryology of *Prodenia eridania*. *Ann Entom. Soc. Amer.* **33**(1): 56—75.

Johannsen, O. A. 1929 Some phases in the embryonic development of *Diacrisia virginica*. *Jour. Morph.* **48**: 493—541.

Johannsen, O. A. and Butt, F. H. 1941 Embryology of insects and myriapods. McGraw-Hill, New York.

Presser, B. D. and Rutschky, C. W. 1957 The embryonic development of the corn earworm, *Heliothis zea* (Lepidoptera, Phalaenidae). *Ann. Entom. Soc Amer.* **50**(2): 133—64.

Schmidt, J. O. 1982 Biochemistry of insect venoms. *Ann. Rev. Entomol.* **27**: 339—68.

THE PARASITE-HOST INTERACTION BETWEEN *ANASTATUS* SP. AND *DENDROLIMUS PUNCTATUS* WALKER IN RELEVANT PHASES OF THEIR DEVELOPMENT

CHEN YE-LING* LEE CUI-YING

(Research Institute of Entomology, Zhongshan University)

The pine caterpillar *Dendrolimus punctatus* Walker is one of the hosts of the egg parasitoid *Anastatus* sp. The present study deals with the relationship between the host in embryonic development and the parasite during embryonic and post-embryonic development.

At 28°C the embryonic development of *Dendrolimus punctatus* requires 7 to 8 days, in which fertilization and cleavage take place within 3 hours after egg-laying. The blastoderm is formed at about 12 hours; the germband, amnion and serosa appear successively from 12 to 20 hours; the ectoderm, inner layer and mesoderm appear from 16 to 48 hours; the neural groove, body segmentation, proctodaeum and stomodaeum occur successively from 24 to 72 hours; blastokinesis begins at about 60 hours and completes at 86 hours; and the internal organs are formed successively and the dorsal closure of body-wall completes on about the 7th day.

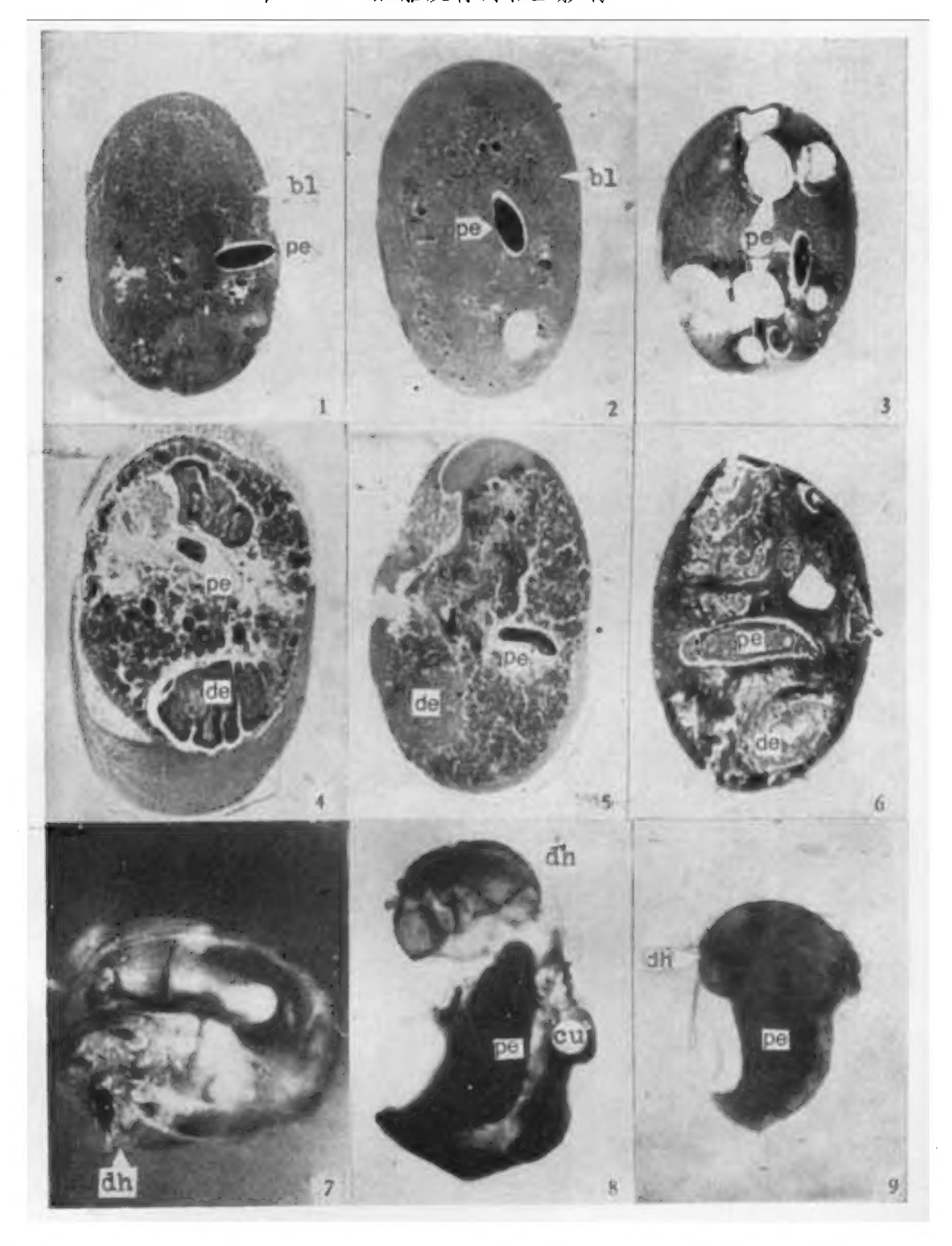
At 28°C the ontogeny of *Anastatus* sp. within the host egg would complete on the 19th day on average in which the embryonic, larval, prepupal and pupal stages require 2, 6, 3, and 8 days respectively.

If the parasitoid oviposition into the host egg takes place before blastokinesis of the host embryo, the latter would cease to develop immediately and the parasitoid develops normally. If the oviposition occurs after blastokinesis, the host embryo would fail to develop within 1 to 2 days and the parasitoid develops normally. Even if the oviposition takes place on an old egg which has been incubated for 7 days and contains fully formed larva, the parasitoid would develop normally into adult. Whenever the host egg is parasitized by *Anastatus* sp. the embryo in any developmental stage would be destroyed. Therefore, *Anastatus* sp. may be regarded as a good biological agent for controlling the pine caterpillar.

Our experiment proves that the earlier the developmental phase of the embryo in the host egg being parasitized, the higher would be the survival rate of the parasitoid and the higher the percentage of parastitization of the host eggs. The duration of the life cycle of the parasitoid is also influenced by the developmental phase of the host egg. Oviposition of the parasitoid before the germband formation of the host would lead to a duration of about 19 days for the parasitoid to complete its life cycle. Oviposition into host eggs with fully formed larvae would prolong the duration to 22 days.

* Present address: Department of Sericulture, South China Agriculture University.

Key words *Dendrolimus punctatus*——*Anastatus* sp.——embryonic development ——parasite-host interaction



1.与 2.寄主卵产下后 12 小时被寄生,寄生后 1 小时。示寄生蜂卵（pe）及已离解的寄主胚盘细胞（bl）。
3.寄生蜂卵在寄主卵内的分布(1 粒寄主卵内有多达 9 粒寄生蜂卵)。
4.寄主卵产下后 36 小时被寄生,寄生后 1 小时。示寄生蜂胚胎（pe）及寄主卵胚胎（de）。
5.寄主卵产下后 36 小时被寄生,寄生后 12 小时。示寄生蜂胚胎（pe）在寄主胚胎（de）的离解组织中。
6.与 7.寄主卵产下后 6 天被寄生，寄生后第 5 天。示寄生蜂幼虫（pe）在寄主胚胎的离解组织中(6)或在已被吃空的寄主胚胎头壳（dh）内(7)。
8.与 9.寄主卵产下后 6 天被寄生,寄生后第 8 天。示寄主胚胎被寄生蜂（pe）舌食殆尽,只剩下头壳（dh）及表皮（cn）。